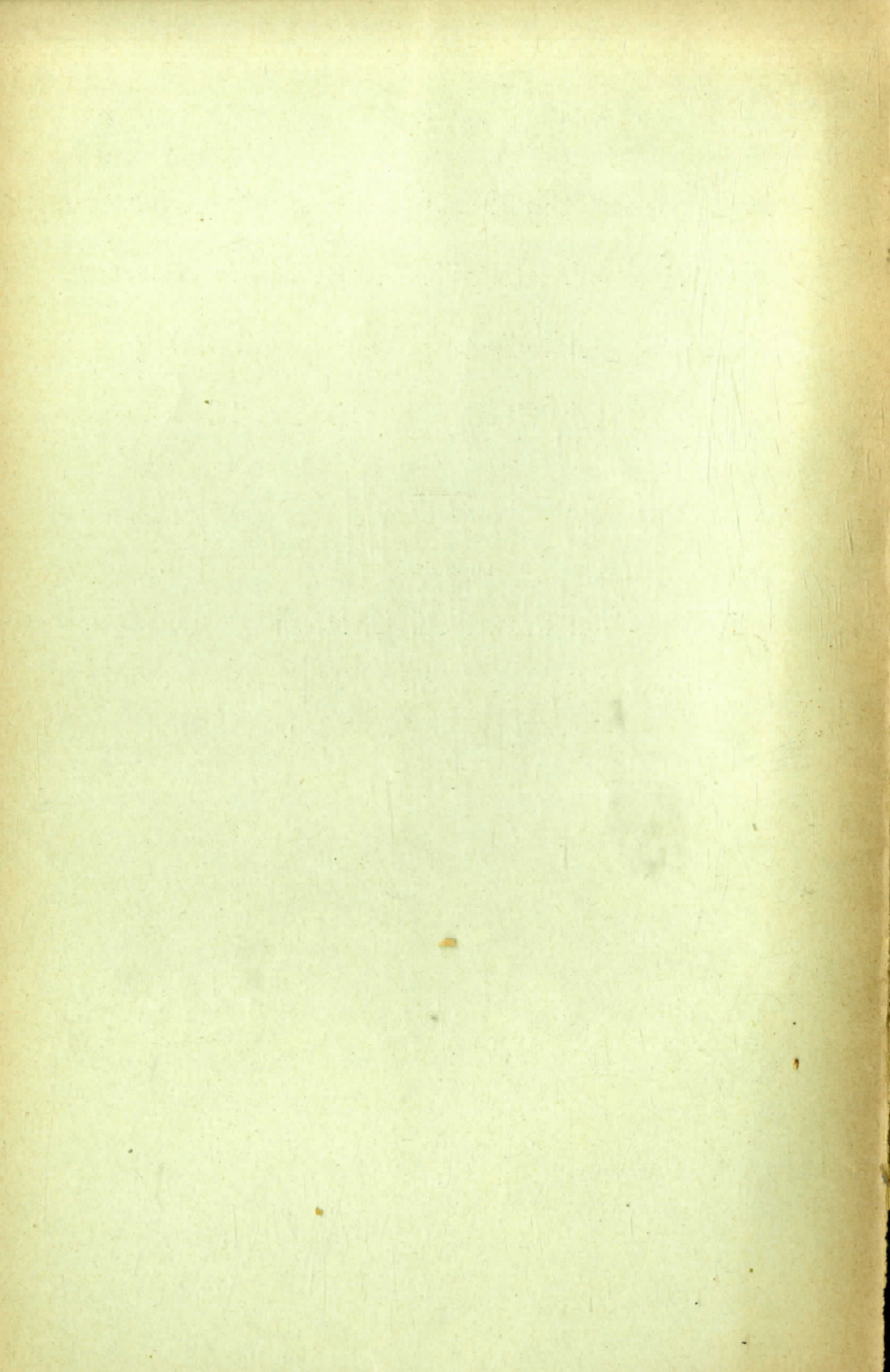
Le false leggi sul moto, le quali servivano finora come fondamento delle scienze naturali, e le vere leggi sul moto.

Discorso

del Prof. Dott. G. Pécsi

tenuto al Congresso internazionale scientifico di Bologna (8—12 Aprile 1911)

Tipografia G. Buzárovits, Esztergom (Ungheria)
1911.

Le false leggi sul moto, le quali servivano finora come fondamento delle scienze naturali, e le vere leggi sul moto.

Il sistema di Newton non è il primo caso nella storia delle scienze, specialmente delle scienze naturali, per mostrare, come un intiero edificio (sistema) scientifico, fondato sopra alcuni principii — i quali si premittono, si suppongono come *assiomi,* vuol dire princippii cardinali e certi — si sviluppa, e si conserva per secoli[1] e regna senza alcun valor oggettivo e reale.

Cotali sistemi falsi, che riescono a sostenersi per secoli, soglionoa vere innegabilmente una certa *consequenza interna.* In se sono sistematici; supponendo i loro assiomi fondamentali, deducono sempre nuove consequenze rimanendo sempre consequente ai fondamentali principii, costruiscono finalmente un sistema compatto. Questa consequenza e sistematicità interna è precisamente la *apparenza brillante,* che acceca gli occhi degli scienziati, e li fa fautori assoluti di un tal sistema. Gli eruditi in un ramo della scienza facilmente

[1] L' obiezione però più debole in favore del sistema Newtoniano (inserita come „curiosità" nella „Crisi" p. 183.) fu questa mossa subito nel principio della disputa: „È impossibile, che la scienza naturale moderna sia stata in errore per tre secoli accettando false leggi fondamentali sul moto!" Non già per tre secoli, ma per tre *millennii* (fin a Kopernico) stette l'Astronomia nel errore *del sistema geocentrico,* e la Fisica negli errori del „horror vacui, impossibilitas antipodum etc." Chi vorrà precisamente attribuire alla Fisica moderna l' infallibilità? Chi affermerà, che la scienza naturale si sia pietrificata nei libri dei grandi fisici del secolo XVI—XVII., e che sia incapace di correzzione e di riforma?!

riguardano la consequenza interna di una dottrina, come criterio certo della verità. „Concorda tutto“ — dicono... Questa consequenza interna si trova[1] senza dubbio nel sistema di Newtone (il quale contiene quella parte della Meccanica, la quale tratta dei fenomeni del moto; poi la Fisica teoretica, che si occupa colle mutazioni energetiche nella natura; come anche la moderna Astromeccanica, e finalmente la Cosmogonia Kant-Laplace-iana).

Ma se qualcheduno non è educato fra gli angusti confini di un sistema, ma studia confrontando i diversi sistemi, taluno risguarda la consequenza interna non eo ipso per il criterio della verità; per costui non è cosa inaudita, che un sistema può essere costrutto logicamente e *sistematicamente,* e nondimeno essere del tutto *falso* e pendere in aria, perche i suoi assiomi fondamentali, creduti „infallibili“ non sono mai stati provati, anzi esposti a una *revisione,* appariscono essere pure *astrazioni matematiche o filosofiche!*

Il Dr. E. Dühring, celebre scittore di Fisica nella sua „Storia della Meccanica“[2] parlando delle leggi di moto osserva (p. 204.), che „non ostante la natura internamente sistematica di queste leggi, vi si trovano ancora qualche difetti logici, osservati già da Lagrange, ma non ancora tolti fin oggidì.“ La qual osservazione ci mostra quanto sia giusta l' intrapresa, di sottoporre a revisione l' intiero sistema fondato sopra le antiche leggi di moto.

„O Philosophia vitae dux!“ esclamò già il Tullio. E si può aggiungere: o Philosophia scientiarum dux! E se ciò a qualcheduno appare essere troppo, conveniremo certo tutti nel professare: ***O Logica, scientiarum dux!*** Senza Logica, cioè senza le leggi della ragione (del pensare) naturale, non vorrebbe certamente nessun fondare, o costruire le scienze!

---

[1] Altrimenti non avrebbe potuto sostenersi nemmeno per un decennio.

[2] „Geschichte der allgemeinen Principien der Mechanik“ Leipzig (Germania), 1887.

Essendo state le leggi del moto trasmesse[1] da mano in mano, senza mai provarle solidamente, supponendo sempre la loro certezza, non è da meravigliarsi, se esposte all' analisi spettrale di una revisione: appaiono in esse subito le linee nere dei sofismi (petizione di principio, circolo vizioso etc.). La revisione delle leggi di movimento servirà come argomento perentorio per la verità, che senza Logica non si potrà mai fondare o costruire solidamente la scienza naturale.

Pochissimi dei fisici recentissimi hanno visto l' opera originale[2] di Newton (il fonte primigenio del suo sistema) e credono certamente, che i tre assiomi fondamentali, cioè *le tre leggi sul movimento* siano provate in quest' opera con *apparato scientifico.* Ma chè disinganno per loro, se nell' opera di Newton sulle leggi fondamentali non troveranno più (anzi forse meno), di quanto si trova nei corsi elementari di Fisica: cioè il testo delle leggi e 2—3 esempi per ciascuna legge, i quali però suppongono appunto quello, che sarabbe da provarsi!

Capo I. Le false leggi sul moto.

Articolo 1°. Le antiche leggi sul moto non sono provate.

J. Paffrath S. J., professore di Fisica in Feldkirch (esperto nell' Energetica e nella Matematica sublimiore) comincia la critica della mia „Crisi“[3] nel „Natur u. Offenbarung“ (Münster 1909. Settembre) con queste parole:

[1] Newtone stesso non è *l' inventore* delle tre leggi sul movimento, le quali si protendono nella loro origine fin al secolo XVI. Ma fu lui a *formulare* il primo queste leggi, e però le leggi fondamentali di moto si connettono col suo nome.

[2] „Principia philosophiae naturalis mathematica“ (un opera di quattro volumi; il celebre capo „axiomata, sive leges motus“ si trova nel volume I. subito dopo la prefazione.

[3] „Crisi degli assiomi della moderna Fisica. Libro I.: Il sistema Newtoniano ed il nuovo sistema fisico-meccanico. Libro II.: Il nuovo sistema astromeccanico.“ Edizione Italiana. 1910. Roma. Desclée. L. 5.

„È possibile di costruire contro il sistema fisico di Newtone, che conta gia 300 anni — un *sistema nuovo* fondato su *nuove leggi di movimento?!* Senza dubbio! Perchè le leggi odierne di moto non hanno mica una certezza metafisica, ma sono stabilite *coll' induzzione dall' esperienza.* Logicamente sono refutabili, se si mostri qualche *contradizione interna* in esse; esperimentalmente (fisicamente) sono refutabili, se si trovi un unico *fatto* contro di esse.“ Sono parole veramente libere di ogni preoccupazione, che si possono stabilire come criterio oggettivo per il metodo scientifico della scienza naturale. Ma se applichiamo queste parole alle leggi di Newtone, perdono subito ogni colore scientifico.

1. „Di rispetto logico non sono intangibili gli assiomi del Newton, se vi si deteggono delle contradizioni interne“ Ma la I e III legge di Newtone abbonda[1] di contradizioni interne!

a) Il *concetto dell' inerzia* secondo la ragion naturale non è altro, chè la mancanza del moto spontaneo. Ma nella I legge di Newtone l' inerzia prende una faccia di Janus: mentre il corpo si trova in quiete, si dice inerte (e bene) perchè non può muover se stesso, ma messo una volta in moto lo stesso corpo si chiama „inerte“, perche è capace[2] di un moto perpetuo. Dunque l' incapacità del moto, e la capacità del moto perpetuo si chiama in una „persona“ inerzia. Non fa meraviglia, se Chwolson nomina l' inerzia un „misterio naturale“, essendo essa più d' un misterio, cioè *una contradizzione*[3] *in termini! b)* Il moto è la

---

[1] Si è detto nell' introduzione, che il *sistema* di Newtone rimase consequente a se stesso, vuol dire tutte le tesi di questo sistema sono d' accordo cogli assiomi fondamentali. Un altra questione è però: se gli assiomi stessi (le leggi di moto) contengano qualche interna contradizzione?

[2] È davvero una bella inerzia questa capacità, che nemmeno ai viventi conviene.

[3] Non molto tempo fa la capacità del moto eterno si diceva „inerzia di moto.“ Ma essendo la contraddizione cosi troppo flagrante, ora si è dato un altro nome all' infante, e si chiama „potenza di perseverenza.“

realtà *positiva* nell' Energetica, mentre la quiete è la negazione, la mancanza del moto, dunque lo *zero* energetico. Questi due concetti si comprendono soltanto *logicamente* sotto la stessa categoria, poichè la mente umana riduce annumera ogni negazione *indirettamente* sotto la stessa categoria[1] della realtà corrispondente. Ma *fisicamente* una realtà positiva e la negazione corrispondente stanno in *relazione contradditoria*. Secondo la sana ragione dunque non è permesso di pronunziare le stesse proposizioni riguardo al moto ed alla quiete, anzi, quello che si affirma riguardante il moto si deve negare in riguardo alla quiete. Nondimeno la Fisica moderna afferma sempre lo stesso del moto come della quiete. „Se per produrre il moto si richiede forza, si richiede parimente forza per „produrre" la quiete; anzi: se per produrre il moto infinito si richiedesse una forza infinita, allora si richiederebbe una forza infinita parimente per „produrre" la quiete infinita (!)." *c)* La scienza naturale non può dimostare l' infinità di nessuna cosa naturale, e nondimeno all' impulso *momentaneo* vuol attribuire un resultato *infinito,* alla causa finita un effetto infinito, ciò che è contro il principio della causalita. *d)* Nella terza legge insegna la Fisica l' uguaglianza dell'azione e reazione cosi nel caso di moto, come nel caso di quiete. Dove è allora la differenza fra questi due stati, i quali — come vedemmo — stanno in relazione contradditoria.

Ma finiamo per questa volta l' enumerazione delle interne contraddizioni.

2. Il saggio critico dice in seguito: „le tre leggi sul moto sono verità stabilite per mezzo dell' induzzione dall' esperienza." Questa è appunto l' *illusione,* che affascina da 300 anni i dottori[2] delle scienze naturali! L' opera originale

---

[1] Anche nel caso presente chiamiamo il moto e la quiete insieme „lo stato" del corpo fisico; benchè la quiete sola è uno stato (dal stare) del corpo, mentre il moto è un continuo *cangiamento dello stato!*

[2] Anzi il Newtone stesso veniva sedotto da quest' illusione. Perchè comincia il suo capo primo col dire, che „le seguente leggi di moto sono ora quasi communemente accettate dai fisici."

di Newtone giace sepolta nelle Biblioteche, tutti i fisici *suppongono,* che Newton abbia provato solidamente queste leggi, e quindi si edifica continuamente sui detti assiomi, senza che venisse in mente a nessuno di rivedere la solidità dei detti assiomi. Ed ora, quando i seguaci di Newtone sono provocati publicamente da ogni parte di mostrar quell' „induzione", colla quale si provano le leggi „empiriche" di Newtone, o almeno di proferire in publico *un fatto solo:* non mancavano tali che si scusavano di „non essere competenti a provare le leggi di moto." Una scusa tale è più, che frase: è una ritirata aperta!

3. Ma vediamo noi medesimi „l' induzione", colla quale Newtone „provò" la I a la III sua legge.

a) Il testo[1] della prima legge suona così: „Ogni corpo persevera nel suo stato di quiete o di moto uniforme e rettilineo, se non è costretto a mutare il suo stato da forze estrinseche che agiscono su lui." La prova[2] suona cosi: „I proiettili (p. e. una pietra slanciata) *persevererebbero* nel loro moto, se non *fossero* ritardati dalla resistenza dell' aria, e tratti all' ingiù dalla forza di gravitá. La tròttola non *cesserebbe* a girare se non fosse ritardata dall' aria e dall' attrito. I pianeti, e le comete, movendo si in un mezzo meno resistente, conservano i loro moti progressivi e circolari."

Davvero una „prova" cotale non pottrebbe passare oggidì per la ritorta della scienza moderna. C' inganna un po la circostanza, che Newtone provoca ad esempi vuol dire a tre „fatti", e però si suol dire che questa sua legge sia una legge „empirica". Ma che giovano gli esempi, i quali suppongono appunto quello, il che si è da provare? Anchè la Fisica medievale abbondava di tali esempi. Come vediamo Newton non ci arreca niun *esempio terrestre*, nel quale un corpo ricevendo un impulso semplice si moverebbe *senza*

[1] Vedi nell' edizione II (Genf, 1760.) Vol. I. P. 20., §. I.

[2] Essendo la prima parte („inerzia di quiete") della legge da per se stessa evidente, Newtone commincia subito colla „prova" della seconda parte („inerzia di moto").

fine. Un tal „fatto" non si troverà[1] mai nell' orbita della natura da noi nota. Benchè il „moto senza fine" non si prova, se non con tali „fatti".

Ma invece provocare a fatti, nei quali il moto cessa,[2] *affermando,* che il corpo si *muoverebbe* senza fine, se gli impedimenti non vi *fossero,* e una semplice ripetizione della tesi la quale è da provarsi: cioè, che il corpo da per se stesso persevera nel moto (il moto vien estinto soltanto dagl' impedimenti.) Se la Logica vuol avere un esempio classico per il sofisma piu grande, che si chiama ***petizione di principio,*** non ne troverà un migliore di questa „prova" della I legge Newtoniana. Non trovando fra i fenomeni *terrestri* di moto (e nessuno ne troverà mai[3]) un esempio vero per „illustrare" il moto senza fine, Newtone prese il rifugio alle stelle, ai fenomeni celesti[4] del moto! Ma ognuno lo sa, che *l' astromeccanica* s' appoggia[5] sopra la meccanica dei corpi terrestri e non *viceversa;* vuol dire le leggi di moto devono provarsi — prima di applicarle al moto dei pianeti — dai fenomeni terrestri più soggetti all' esperienza umana. Altrimenti la scienza cade nell' altro grandissimo sofisma del ***circolo vizioso*** provando due tesi problematiche (ancora da provarsi) scambievolmente una coll' altra,[6] così: la I. legge Newtoniana del moto si

[1] Tutti i corpi, i quali si muovono di continuo, vengono anche mossi da una sorgente continua di energie!

[2] Tali sono il 1^0 e 2^0 esempio di Newtone.

[3] Tutti gli „innumeri" „fatti" che si credono essere ancora restanti in favore della I. legge. sono della stessa maniera!

[4] „I pianeti e le comete movendosi in un medio meno resistente etc." V. sopra.

[5] Come anche l' uomo non può camminare capovolto.

[6] La scienza si trovò davvero in un circolo vizioso nella questione del *medio cosmico,* la quale è essenzialmente connessa colla questione nostra. „Non può esistere un *mezzo* cosmico resistente nel vacuo mondano, altrimenti i pianeti già da lungo tempo sarebbero tornati in quiete." E nello stesso contesto si può leggere: „I pianeti conservano il loro moto, perchè non esiste nell' vacuo mondano alcun mezzo resistente!" Qui abbiamo l' esempio più classico per il *circolo vizioso!* Cosi l' esistenza del mezzo cosmico resistente, come la *causa* della perseveranza

prova col moto dei pianeti, ed il moto dei pianeti si spiega colla I. legge di Newtone! Dunque nemmeno il terzo esempio del Newtone prova la sua legge.

Giacchè Newton non provò la sua legge, e nemmeno alla Fisica di 300 anni riusciva a provarla, ciascuno può pensare, che questa legge *non si proverà mai!* E perchè non? Perchè il „moto senza fine" non è altro, che *un' astrazione filosofica,* come si vede dalle parole dei Newtoniani: „il moto da per se stesso rimane sempre moto, e non può cangiarsi in non moto." Il *concetto del moto* — si — rimane sempre identico con se stesso, ma la *realtà fisica del moto* è essenzialmente qualche cosa *finita,* perche l' effetto di un impulso semplice non può ersere altro, che la trasmissione di un corpo da un certo punto *A* ad un certo punto *B*, cioé una mutatione di luogo, la cui grandezza dipende dalla quantità della forza motrice, ma è sempre finita.

L. Gallotti, dottore in Fisica, vedendo la „prova" della I. legge Newtoniana, confessa nella sua critica, scritta nella „Rivista di F. Neoscolastica" (1910. p. 619—525. Firenze), che con tali „argomenti" la legge non è provata affatto.

Un celebre astronomo, leggendo l' edizione tedesca della „Crisi" diceva: „se la I. legge di Newton, la quale finora reggeva l' astromeccanica, è falsa, allora tutta la parte astronomica della „Crisi" è vera dal α — ω ma non posso credere che Newton abbia errato" — vedendo nell' edizione italiana riprodotta la „prova" della I. legge — disse „che questa legge non è affatto provata."

b) Vediamo ora la „dimostrazione" della legge III. sul moto. Il testo della legge è il seguente: „Ad ogni azione la reazione è sempre uguale e contraria; ossia, le azioni di due corpi dell' uno sull' altro (scambievoli) sono sempre uguali, e dirette in senso opposto." Tutta la „dimostrazione" della legge è come segue: „Qualunque cosa prema o tragga un' altra, è in pari misura pur premuta o tratta da quest'

---

del moto dei pianeti — sono questioni problematiche, da provarsi. Quindi non possono provarsi scambievolmente una coll' altra.

altra. *a)* Chi preme col dito una pietra, avrà pur premuto dalla pietra il suo dito. *b)* Se un cavallo tira una pietra[1] legata ad una fune, anche il cavallo resta tirato indietro in egual misura verso la pietra. *c)* Se un corpo, urtando[2] un altro corpo, avrà comecchesia mutato con la sua forza lo stato di quest' ultimo, anch' esso a sua volta subirà nel proprio stato una pari mutazione in senso contrario.

Newton fù un egregio matematico, e però era inclinato a vedere dapertutto la formola piu consueta della Matematica: l' equazione. Tanto più era tentato ad un tal' astrazione, perchè, anche nei fenomeni di moto vi si trovano sempre due ugualità; cioè: *l' effetto totale* (il moto + il devincere degli impedimenti) è uguale all' azione, poi quella *parte dell' azione,* la quale devince gli impedimenti è certamente uguale agli impedimenti. Ma la reazione in caso di moto non è mai uguale coll' azione *totale,* come Newton[3] vorrebe, come i primi commentatori spiegavano la legge, e come vogliono ancora oggidì i seguaci di Newton. E perchè non? Perchè in caso di moto dal lato dell' azione vi sta sempre un *grande plus* — cioé il moto stesso che vien prodotto dall' azione stessa con quel resto della forza usata, che sovrastà superati gli impedimenti.

Ma vediamo un po i *tre esempi* addotti da Newton per dimostrare la III. legge. Il primo è un caso d' equilibrio, i due altri sono casi di moto, dònde è manifesto, che Newton volle *estendere* la sua legge III. *ugualemente* a tutti i fenomeni della meccanica, non soltanto ai fenomeni

[1] Quest' esempio si cita dai fisici communemente cosi: Con qual forza tira il cavallo la carozza, colla medesima ma contraria (forza) vien tirato anch' esso dalla carozza.

[2] Per maggior semplicità si suppongono in questo caso due pallottole inelastiche, delle quali una, *A*, è in riposo, l' altra, *B*, urta con la prima con una data velocità. Allora *B* si ferma, e *A* si muoverà con la velocità di *B*. La causa di questo cangiamento è secondo Newton: *la reazione* del *A*.

[3] „Tutta la reazione della carozza (così leggiamo nella Nota alla legge III.), la quale consiste nel peso e l' inerzia della carozza, nell' attrito a nella resistenza del mezzo è uguale all' azione.“

d' equilibrio, ma anche ai fenomeni di *moto.* E in questa *generalisazione* è nascosto il peccato originale della III. legge. Che nel caso d' equilibrio la reazione è uguale all' azione si sapeva gia prima di Newtone, e nessuno lo negerà[1] anche in poi. Lanovità invece che si insegnava finora nella III. legge, vuol dire, che *anche in caso di moto* la reazione dovrebbe essere uguale all' azione — è assolutamente falsa. L' esempio primo („chi prema col dito una pietra etc.") è un esempio d' equilibrio, è verissimo, ma per la nuova tesi di Newton non prova niente. Nell' esempio terzo (le pallattole urtanti) si dà una falsa analisi del fenomeno, quando s' affirma, che la *reazione* della pallottola *A* fa sistere la pallottola *B*. Se questo fosse vero: la reazione dell' *A* estinguerebbe l' energia della *B*, e quindi *B* non potrebbe muovere affatto la *A*, ambedue dovrebbero fermarsi (mentre il *fatto* è, che dopo l' urto la *A* si muove). Quindi la pallattola *B* perde bensì la sua energia di moto, ma non per cagione della reazione di *A*, ma perchè *cede* (trasmette) semplicemente la sua energia a *A*. Vi abbiamo dunque il caso della semplice trasmissione d' energia, dova la reazione non ha da fare niente. Dunque anche questo esempio non prova niente.

L' esempio secondo e il piu classico nel suo genere. Questo sarebbe propriamente l' unico „argomento" per la terza legge, in quanto questa si vuol estendere ai fenomeni di moto, (essendo tratto quest' esempio dai fenomeni di moto) ma fin da principio[2] serviva soltanto per muovere e far sempre crescere la diffidenza contro la III. legge. Perchè sentendo l' esempio della „carozza e cavallo" in ogni mente

---

[1] Un professore di Fisica, leggendo il capo III. della „Crisi" esclamò: Io insegnai finora l' uguaglianza dell' azione e reazione soltanto per il caso d' equilibrio." „Insegnava dunque — risposi io — la verità ma non la legge III. di Newtone."

[2] I primi commentatori della legge dovevano gia sciogliere alcune difficoltà mosse contro l' esempio della „carozza ed il cavallo" — e le scioglievano abastanza infelicemente, rovesciando cioè la stessa legge — senza accorgersene.

pensante sorge spontaneamente il dubbio:[1] se la carrozza ritirasse il cavallo colla stessa forza, colla quale il cavallo tira la carrozza, come potrebbe la carozza cominciare a muoversi?

Dunque neanche la legge terza di Newtone è provata, e non sarà provata mai. Se questa legge fosse vera, ogni moto sarebbe impossibile nella natura. Deve essere una *differenza essenziale* fra il moto e l' equilibrio, la quale non può consistere in altro, se non che nel caso d' equilibrio l' azionee reazione sono uguali, nel caso di moto sono disuguali. La legge III. di Newtone qualche tempo poteva dominare sui fenomeni di moto unicamente per la *falsa analisi* di alcuni fenomeni[2] di moto alquanto complicati.

Quello, che diceva *P. Dressel,* fisico tedesco, dopo l' apparizione della „Crisi" parlando del *diadema* del sistema Newtoniano (costanza dell' energie e legge d' entropia), che „gli argomenti, che sono accettati come infallibili ed apodittici in favore della costanza dell' energie sono — considerati più davvicino — *sofismi insostenibili"*)[3] — lo stesso si deve dire anche degli assiomi fondamentali. Nel fondare il sistema della scienza naturale bisogna usare anche la *Logica,* la Logica più critica — altrimenti la scienza s' aberra in false strade per secoli.

Articolo 2^{0}. Lc antiche leggi sul moto contradicono ai fatti e si rifutano esperimentalmente sulla macchina Atwoodica.

„Coll' esperienza si rifutarebbero facilmente le tre leggi Newtoniane di moto, se si mostrasse *un solo fatto,* il quale contradice a queste leggi" — disse il critico sopracitato.

La cosa infatti stà così, che *tutti i fenomeni di moto*

---

[1] Poichè quest' esempio non serve ad altro, che a *discreditare* la legge terza, la recentissima edizione del libro manuale di Fisica piu diffuso in Ungheria (Fehér I.) l' omise semplicemente.

[2] Un esempio interessante di una tale falsa analisi ci mostra l' analisi della *bilancia di Poggendorff* (V. la „Crisi" p. 62.)

[3] „Stimmen aus Maria-Laach" 1909. Gennaio.

nella natura contradicono alle leggi Newtoniane, le quali non potevano reggersi altrimenti finora, che con false analisi dei fenomeni o con mistifiazioni, come abbiamo veduto. In terra non si mostra nessun moto, che perseverebbe, se non fosse nutrito continuamente da una sorgente di energie; ogni moto causato da an impulso semplice cessa ben tosto.

La *scusa* dei Newtoniani è pronta: „Il moto cessa unicamente per cagione degli impedimenti!" La verità è: che gli impedimenti accelerano soltanto la cessazione del moto, il quale cessarebbe dopo certo tempo (proporzionale al tempo dell' azione della forza) anche da se stesso. Ma lasciamo stare per alcuni momenti questa scusa, e passiamo ad altri fatti inesplicabili per il sistema Newtoniano.

Colla perseveranza del moto (I. legge) logicamente è connessa un' altra tesi, che s' insegna similmente nella Fisica moderna, cioè: l' azione costante di una forza produce una *accelerazione costante!* Ma per disgrazia non si conosce *nessun caso* in terra (anzi nemmeno nella Meccanica celeste), quando l' azione continua producesse davvero l' acceleramento senza fine. Ogni moto prodotto dall' azione costante di una forza, passa dopo un' accelerazione iniziale ad un *moto uniforme.* Così tutte le macchine e locomotive; così anche la pioggia, la grandine, i bolidi arrivano a terra — non ostante l' azione continua della gravità con *moto uniforme.* Qui si cercò di nuovo un espediente, e si trovò nella *legge di resistenza del mezzo* da alcuni decennii inventata. „La resistenza del mezzo cresce col *quadrato della velocità*" — e pero l' acceleramento non potesse crescere senza fine!

Ma questa scusa è piutosto un' accusa contro la „Logica" della Fisica Newtoniana. Perchè questa „legge della resistenza del mezzo" — come si è mostrato nella „Crisi" (p. 287.) — si deduceva *scambiando due calcolazioni diverse,* applicando cioè al moto accelerato un calcolo, che vale soltanto per il moto uniforme, — dunque di nuovo per un *sofisma* manifesto!

Basti qui di mostrare *esperimentalmente* la falsità di

questa legge, e la verità della *nuova legge* della resistenza, la quale nel sistema nuovo suona così: la resistenza del mezzo cresce in diretta proporzione colla velocità.

Esperimento 1.

Se r = 1 gr muove il peso C, questo percorrerà 20 pollici
= 2 gr „ „ nello stesso tempo[1] 40 „
= 3 gr „ „ (moti isochroni): 60 „
= 4 gr „ „ 80 „

Le vie dunque sono direttamente proporzionali ai pesi moventi, benchè l' acceleramento (e così la velocità media) sia la doppia, tripla, quadrupla. Se la restristenza del mezzo crescesse col quadrato della velocità, allora le vie percorse non potrebbero essere proporzionali ai pesi moventi.

Esperimento 2. Se la via del peso movente r = 2 gr. in un momento è per. es. 2·5 poll.; allora r = 4 gr. percorre in un momento 5 poll. Movendo r = 4 gr. colla massa doppia e per una via doppia, l' intiera sua forza applicata è in quantità quattro volte più grande, che la forza sviluppata da r = 2 gr. Ora: il r = 4 gr. percorre — benchè la sua *velocità* sia *doppia* — una via intiera *quattro volte* più grande, che la via intiera[2] del r = 2 gr. Dunque il risultato è *independente* dalla velocità, e si proporziona unicamente alla quantità della forza applicata!

Sed nunc ad fortissimum! In Fisica silent argumenta, si ventum est ad experimenta! Nella macchina di Atwood si presta con mille e mille esperimenti palpabili la *refutazione perentoria* delle leggi Newtoniane!

* * *

Il primo destino della macchina d' Atwood († 1807.) prefisso dal suo autore fù: di provare le leggi del moto accelerato stabilite dal Galilei. E per questo scopo serve la macchina eccellentemente. Nel secolo scorso però si usava

---

[1] Retinendo in tutti gli esperimenti un' *unità fondamentale* (come vedremo) questo tempo conta 4 minuti secondi.

[2] La via intiera del r = 4 gr. nel nostro caso è 60 pollici; la via del r = 2 gr. è 15 pollici.

questa macchina per „provare" con alcuni esperimenti superficiali la prima legge di Newtone, il „moto senza fine". Ma il vero destino di questa macchina sarà di mostrare palpabilmente la falsità delle leggi Newtoniane di moto, e la verità delle nuove leggi di moto. Ma per questo scopo bisogna avere

1. una macchina buona. Le condizioni di una buona macchina[1] sono descritte nella mia „Crisi" (p. 257—261.).

2. Bisogna trovare le *chiavi,* che ci aprono le diverse regolarità che dominano nei fenomeni di questa macchina. Nella natura tutto va regolarmente. Natura fidelis est in minimis, sicut in maximis!

Finora non si considerava negli esperimenti su questa macchina niun altra cosa fuori che il g (accelerazione).

a) Ma prima dell' accelerazione bisogna stabilire, fissare il **s** vuol dire *l' unità fondamentale* della via[2] ovvero quella via intiera la quale vien percorsa da C, se questa è mossa dal r = 1 gr. per una via di 1 pollice. Per mezzo della vite dunque fissiamo l' unita fondamentale s = 3 pollici; e se durante gli esperimenti si sluogasse un po la ruota, bisogna ritornare sempre a questa unita iniziale, affinchè tutte le calcolazioni abbiano lo stesso fondamento!

b) In secondo luogo bisogna conoscere il g (accelerazione) correspondente ai singoli pesi (r) moventi. Ora questo si saprà facilmente dall' unità fondamentale essendo una certa relazione fra il **s** e **g** correspondente:

---

[1] Due nuovi perfezionamenti di questa macchina presento qui. *a)* Con un doppio incavo del peso C l' infèriore per g, il superiore per (r) s' ottiene, che i pesi g ed r mai non si spostino durante la discesa. *b)* Si possono (per maggior esattezza) applicare due altri fili pendenti dai pesi C e C1 uguali alla lunghezza della macchina per aver sempre la stessa lungezza del filo ad ambedue le parti.

[2] Siccome nel sistema antico fù negletta la via, cosi nel sistema nuovo serve come *centro* di tutte le regolarità che si posson trovare nei fenomeni del moto. Quanto sia *reale* questo nuovo fondamento, appare da ciò, che senza questo fondamento non si può orientare nel labirinto dei fenomeni di questa macchina.

L' acceleramento (g) correspondente ad un certo peso (r) è direttamente proporzionale all' unità fondamentale della via ed è sempre la $^5/_6$ parte di essa.

Peso movente	Unità fondamentale della via	Accelerazione
r = 1 gr.	3 pollici	2·5
r = 2 gr.	6 „	5
r = 3 gr.	9 „	7·5
r = 4 gr.	12 „	10

c) Il peso r dopo aver mosso il corpo C + C, per 1—2—3 minuti secondi vien rimosso (sostenuto) e fa bisogno di sapere *il tempo del moto* restante, uniformemente *ritardato*, per poter calcolare[1] il g' di questo.

Riusciva di stabilire la legge, che:

La durazione del moto dopo la rimozione del peso motore è proporzionale al peso movente, ed è numericamente uguale al g del peso correspondente.

r = 1 gr.	t (del moto intiero, se r	2·5
r = 2 gr.	ha operato per un minuto	5
r = 3 gr.	secondo)	7·5
r = 4 gr.		10

Se i rispettivi pesi (r) agiscono per 2—3 t (2—3 momenti) allora (come dice la legge nuova II. *c)* e l' esperimento) anche la durazione del moto restante è la doppia, tripla, e cosi via.

d) Essendo nota la via del moto restante ritardato e il tempo[2] di esso, si può calcolare facilmente per un peso (r) qualunque il g' rispettivo secondo la formola $s = \frac{g't^2}{2}$ dunque $g' = \frac{2s}{t^2}$.

Peso	Tempo dell' azione di r	Via intiera	Via restante	Tempo del moto restante
r = 1 gr.	1 min. sec.	3·75	2·50	1·5
r = 2 gr.	1 „ „	15	12·50	4
r = 3 gr.	1 „ „	33·75	30	6·5
r = 4 gr.	1 „ „	60	55	9

[1] Il moto uniformemente ritardato è in tutto il rovesciò del moto uniformemente accelerato, e segve le leggi di questo.

[2] È uguale al tempo del moto intiero meno uno (t—1)

Facendo la calcolazione ne viene, cha

per r = 1 gr. . . . . g′ = 2·22
„ r = 2 gr. . . . . g′ = 1.56
„ r = 3 gr. . . . . g′ = 1·42
„ r = 4 gr. . . . . g′ = 1·358

Sapendo il g′ si possono formare accuratamente[1] *le serie* di calcoli, i quali mostrano, dove deve arrivare C in fine di qualunque momento nel suo moto uniformemente ritardato.

e) Finalmente, prima di metter mano agli esperimenti bisogna costruire le tabelle seguenti:

Tabella I. (le vie del C sotto l' influsso del moto accelerato dei pesi r.)

Minuti secondi	I	II	III	IV	V	VI
r = 1 gr.	1·25	5	11·25	20	31·25	45
r = 2 gr.	2·50	10	22·50	40	62·50	90
r = 3 gr.	3·75	15	33·75	60	93·75	
r = 4 gr.	5	20	45	80		

Tabella II. (le vie percorse dal C sotto l' influsso del moto accelerato dei pesi[2] q.)

Minuti secondi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
q=1 gr.	1·25	5	11·25	20	31·25	4·5	61·25	80	101·35	125	151·25	180
q=0·5 gr.	0·62	2·5	5·62	10	15·62	22·5	30·62	40	50·62	62·5	75·62	90
q=0·1 gr.	0·125	0·5	1·125	2	3·125	4·5	6·125	8	10·125	12·5	15·125	18
q=0.05	0·0625	0·25	0·562	1	1·562	2·25	3·062	4	5·062	6·25	7·562	9
q=0.03	0·041	0·166	0·375	0·66	1·041	1·5	2·041	2·66	3·34	4·1	5·041	6
q=0.2	0·25	1	2·25	4	6·25	9	12·25	16	20·25	25	30·25	36
q=0·3	0·375	1·5	3·375	6	9·375	13·5	18·375	24	30·375	37·4	45·375	54
q=0·33	0·416	1·666	3·740	6·66	10·416	15	20·416	26·66	33·716	41·6	50·416	60
q=0·35	0·437	1·75	3·937	7	10·937	15·75	21·437	28	35·437	43·7	52·937	63

---

[1] Queste serie naturalmente crescono in ordine inverso al moto accelerato.

[2] Questi pesi, che servono ad „eliminare gli impedimenti" del moto, vanno da 1 gr. in giù. Se il g di 1 gr. = 2·5 allora il g di 0·1 = 0·25

Tabella III. Vie percorse del C nei singoli intervalli di tempo nel suo moto ritardato.[1]

Minuti secondi	I quando muove r	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
r=2gr.	2·5	IV 7·96	III 11·86	II 14·20	I 15					
r=3gr.	3·75	VI½ 12·273	V½ 19·373	IV½ 25·052	III½ 29·31	II½ 32·15	I½ 33·581	½ 33·75		
r=4gr.	5	IX 16·593	VIII 26·778	VII 35·605	VI 43·074	V 49·185	IV 53·938	III 57·333	II 59·370	I 60

Se r opera per 2 t (due minuti secondi), anche il tempo del moto restante sarà il doppio, quindi risulta la tabella seguente (g′ rimane uguale!)

Minuti secondi	I—II quando muove r	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
r = 2 gr.	10	VIII 21·78	VII 31·92	VI 35·5	V 47·52	IV 53 03	III 56·88	II 59·22	I 60
r = 3 gr.	15	XIII 32·76	XII 49·09	XI 64					
r = 4 gr.	20	42·796	68·128	97·23					

e così via. Dunque colla formula $s = \frac{g t^2}{2}$ possiamo calcolare quanto moto (misurato colla via in pollici) corrisponde all' azione di q in 2—3—4 minuti secondi etc.

[1] Dopo la rimozione del peso r ne segue dunque un moto uniformemente ritardato. I singoli intervalli si segnano con due calcoli. Il numero latino nella linea superiore segna due-tre etc. momenti contando in avanti; mentre il numero latino agiunto a quell' arabico segna ude-tre etc. momenti contando all' indietro. Per ottenere il punto d' arrivo di C in questo moto ritardato (calcolando all' indietro secondo la legge di Galileo. (La via del primo momento è $\frac{g}{2}$, la via del momento II è $\frac{g}{2} + g$; del terzo: $\frac{g}{2} + g + g$ e così via). Attenzione speciale merita il caso, quando il tempo non ha un calcolo rotondo. Se per es. r = 3 gr., allora il tempo del moto restante fa 6·5 minuti secondi. Dunque l' ultimo intervallo di tempo fa 0·5 min. sec., il penultimo 1·5 min. sec. e così via.

Avendo in mano queste tabelle possiamo securi procedere agli esperimenti, vuol dire alla confutazione delle leggi antiche sul moto.

I. *Confutazione della legge I.* **Esperimento 1.** Facciamo innanzi tutto gli esperimenti con cui finora i seguaci di Newton hanno „dimostrato" la prima legge. Prendiamo[1] il q = 1 gr., ed il r = 4 gr. Essendo il g del r = 4 gr. uguale a 10 poll., avendo mosso r per 1 min. sec. e rimanendo il q per equilibrare gli impedimenti: secondo Newton dovrebbe susseguire un moto uniforme correspondente alla velocità finale, cioè di 10 pollici in un minuto secondo. Nelle tabelle seguenti segneremo i punti d' arrivo del C, i quali corrisponderebbero alla lege I. di Newtone, sottoponendo immediatamente i punti d' arrivo che C tocca *in realtá!*

r = 4 gr.; q = 1 gr.

Minuti secondi	I Quando muove r	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Termini d' arrivo secondo Newtone	5	15	25	35	45	55	65	75	85
Termini d' arrivo in realtá[2]	6·25	21·593	38·028	55·605	74·324	94·185	etc.		

Come si vede in realtà i punti d' arrivo sono enormemente differenti da quelli, che C dovrebbe raggiungere nell' ipotesi Newtoniana, nella quale al q s' attribuisce una funzione solamente statica (equilibrare cioè gli impedimenti) e la differenza cresce, quanto più si va avanti. So bene, che q in questo caso e più del giusto e pero prendiamo

[1] Finora quasi in nessun laboratorio fisico si trovavano pesi (q) minori di un gr. (C + C, è il corpo mosso, r il peso movente, q è l' oltrapeso per equilibrare gli impedimenti.)

[2] Benchè il termino d' arrivo di C in realtà è 6·25, nondimeno l' annello, che sostiene il r nel cadere, deve rimanere al grado 5, affinchè l' azione di r rimanga la stessa.

subito la metà, cioé $q = 0{\cdot}5$ gr. Ma dobbiamo fissare[1] gia qui *il fatto,* che i punti d' arrivo sono rigorosamente quelli, i quali risultano se *si sommano per i singoli momenti* ***le porzioni finite*** e rapidamente diminuentisi del moto corrispondente all' impulso del r (segnate nella tabella III.) e le porzioni uniformemente crescenti dell' azione di q (segnate nella tabella II.)

$$r = 4 \text{ gr.}; \; q = 0{\cdot}5 \text{ gr.}$$

Minuti secondi	I Quando muove r	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Termini d' arrivo secondo Newtone	5	15	25	35	45	55	65	75	85
Termini d' arrivo in realtá	5·62	19·093	32·398	45·605	58·694	71·685	84·558	97·333	etc.

Benchè ci approssimiamo già molto alla quantità giusta di q, nondimeno la realta distà dall' ipotesi Newtoniana enormemente. Nei primi momenti presso a poco s' avvicinano i termini richiesti dall' ipotesi alla realtà, ma dopo il terzo momento cresce da differenza, e soltanto con un grado di superficialità si poteva „dimostrare" finora con tali esperimenti la legge prima di Newtone! L' effetto reale nei singoli momenti di nuovo non è nient' altro, che le porzioni finite del moto ritardato prodotto da r aggiungendo sempre l' effetto crescente del q. Il moto restante dopo la rimozione del r non soltanto non è uniforme ma: *il moto prodotto dall' impulso di r cessa, finisce innanzi agli occhi nostri,* e non appare verun vestigio di qualunque *perseverenza* nel moto! E se non rimane il moto prodotto da r, quando q e più del giusto, si può pensare, che molto meno rimarrà, se si applica un q minore. Per vedere, che il moto restante di C in ogni caso non è altro che il *moto finito* prodotto da r,

[1] È notevole anche la circostanza, che nel 1—2 momento anche senza q la via è più grande (V. Tab. III. *b)* il caso di $r = 4$ gr.), che permette l' ipotesi Newtoniana!

ed il moto corrispondente all' azione continua di q, comminciamo dall' altro limite, cioè dal q più piccolo.

Esperimento 2. Applichiamo r = 4 gr., e q = 0·1 gr. poi q = 0·2 gr.

r = 4 gr.

Minuti secondi	I Quando r muove	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
q=0·1	5·125	17·093	27·903	37·605	46·149	53·685	60·063	65·333	69·495	72·5
q=0·2	5·25	17·593	29·028	39·605	49·324	58·185	66·188	73·333	79·620	85

Il risultato in qualunque momento[1] è di nuovo nient' altro che la somma accuratissima delle porzioni finite del moto ritardato di r = 4 gr. (Vedi tabella III) e delle porzioni del moto accelerato prodotto da q. I venti casi compresi in questa tabella mostrano abondantemente, che *l' induzzione* è legittima. Chi ha tempo, potrà fara mille esperimenti simili sempre collo stesso risultato. Ma passiamo ora *agli esperimenti più autentici!*

Se col applicare i minimi come i massimi valori di q (0.1—0·25 gr.; 0·5—1 gr.) non si ottiene altro, che la somma del *moto finito* prodotto da r e del moto prodotto dall' azione continua di q, si potrà forse sperare un altro resultato, se ci avviciniamo al *punto critico?*[2] Fisicamente parlando è impossibile, che il resultato sia differente. Le leggi della natura operano uniformamente, con un' accurata consequenza. Ma vediamo *a posteriori* lo stesso facendo esperimenti con q = 0·30, q = 0·33, q = 0·35. Il punto critico nel nostra caso giace nel q = 0·33. Sia[3] r = 4 gr.

---

[1] Per misurare il tempo ci serviamo di un pendolo. Bisogna contare da zero, ovvero (contando da uno) bisogna detrarre sempre uno dal numero completo, per aver l' intervallo giusto di tempo.

[2] Punto critico si può chiamare quella quantità di q, la quale precisamente basta per equilibrare gli impedimenti. Questa quantità proporzionale all' unità fondamentale degli esperimenti si può calcolare matematicamente (V. la „Crisi" p. 276.) e pratticamente, ed è nel nostro caso q = 0·333 gr.

[3] Una tabella simile si può comporre per r = 3 gr.

r = 4 gr.

Minuti secondi		I r muove	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
q=0·30	Secondo Newton	5	15	25	35	45	55	65	75	85
	In realtà	5·375	18·093	30·153	41·605	52·449	62·685	72·313	81·333	89·745
q=0·33	Secondo Newton	5	15	25	35	45	55	65	75	85
	In realtà	5·416	18·259	30·518	42·265	53·480	64·185	74·354	83·993	93·086
q=0·35	Secondo Newton	5	15	25	35	45	55	65	75	85
	In realtà	5·437	18·343	30·715	42·605	54·011	64·933	75·375	85·333	94·807

La realtà dunque *(il fatto* mostrato in mille esperimenti) è contraria in ogni caso all' ipotesi Newtoniana[1] del moto senza fine, e guistifica, approva unicamente l' ipotesi nostra opposta, secondo la quale il moto del C (restante dopo la rimozione di r) si compone dal *moto finito* e rapidamente diminuentesi, prodotto da r (finche dura questo moto, computabile a priori dalla via e dalla quantità di r) e dal moto prodotto dall' azione[2] di q. (Vedi la tabella II. e III.) Affinchè apparisca ancora più chiaramente, che dopo il termine naturale del moto prodotto da r non c' è nessun altro moto, che quello prodotto da q, facciamo ancora un ultimo esperimento.

---

[1] Intorno al punto critico qualche volta i calcoli dei due sistemi s' avvicinano, e se si fanno soltanto esperimenti duranti per 2—3 minuti secondi (come si soleva fare finore) si ottiene *qualche apparenza* di prova per il sistema antico; ma se si fanno (come si deve) esperimenti duranti per 5—10—12 minuti secondi si vede chiaramente, che gli esperimenti *esatti in nessun caso* approvano la legge I. di Newtone!

[2] Componendosi un moto uniformemente ritardato con un moto uniformemente accelerato — per due tre momenti l' effetto s' assimila ad un moto uniforme, ma *a)* non è mai quell' uniforme, che corrisponde alla velocità finale (come richiede il sistema Newtoniano) *b)* non è mai veramente uniforme.

Esperimento 3.

r = 2 gr.

Minuti sec.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
q=0·35	Secondo Newton	2·5	7·5	12·5	17·5	22·5	27·5	32·5	37·5	42·5	47·5	52·5
	In realtá	2·937	9·71	15·797	21·20	25·937	30·75	36 437	43	50.45	58.72	67
q=0·5		3·12	10.46	17·48	24·20	30·62	37.5	45.62	55	65·6	77·4	90

Il moto finito prodotto da r = 2 gr., cadente per un momento (per la via 2·5) è uguale a 2·5 × 3 = 15, il qual moto dura fin al termine del quinto momento. Quindi nel sesto e nei seguenti momenti il moto è prodotto unicamente dall' azione di q. Se i piccoli pesi q posson da se soli produrre l' effetto corrispondente alla quantita di loro, allora secondo la tabella II C percorrebbe (se q = 0·5 gr.) nel momento sesto 22·5 — 15·62 = 6·88, nel settimo 8·12 pollici [1] e così via. E tutte le porzioni del moto in ambidue i casi corrispondono precisàmente all' azione *solitaria* di q. Quindi la macchina mostra ad occhi, che dall' impulso del r non rimane niente.

---

[1] Si sà, che mentre un uomo aggiungendosi ad altri nove produce in stretta proporzione la 1/10 parte del moto di un vagone per. es. — agendo da per se stesso non può nemmeno cominciare il moto. Generalmente una piccola forza, che aggiunta ad una forza maggiore muove con essa nella stretta proporzione della sua quantità, agendo da per se stessa rimane *in parte,* o del tutto *inefficace* rispetto al moto. La causa di questo fenomeno è in parte, perchè nel' inizio non vi ha ancora forza accumulata (V. Capo VIII. della „Crisi"); dell' altra parte i moti piu piccoli prodotti (per es. da r = 1 gr., e minore) patiscono molto più sotto l' influsso dei disturbamenti (Questo si vede palpabilmente sulla machina Atwoodica. Facendo esperimenti separatamente con q = 1 gr. e ingiù, l' efetto è esmpre meno del devuto, se q opera solo.) straordinarii, mentre l' azione dei pesi più grandi (r = 2, 3, 4 gr.) non si disturba sensibilmente dalle scosse della machina, dalle oscilazioni del filo etc. Ma nel nostro caso, *cominciando* q a muoversi con r, fin al sesto momento già acquista un certo acceleramento, e quindi produce in ogni momento l'effetto corrispondente, segnato nella tabella II, cioé un *moto regolarmente erescente* secondo il g respettivo.

Quello, che si èdetto e mostrato, basta per formare il giudizio finale sulla legge I. di Newtone: che *questa legge non ha verun fondamento nella ragione, nella natura e negli esperimenti,*[1] *ma è una pura astrazione matematica e filosofica.*

II. *Revisione della legge*[2] *II. di Newtone.* 1. Communemente parlando, sotto mutazione di moto s' intende sempre una mutazione *positiva,* ossia il passagio dalla quiete al moto o dal moto più lento al moto più veloce. Ogni profano quindi, sentendo questa legge, la intende nel senso, che la *velocità* del moto è in proporzione diretta colla forza motrice. Ed in questo senso la legge contiene alcun chè di vero.

2. Ma i Fisici per „mutazione di moto“ intendono pure le *mutazioni negative.* In tal caso il senso della legge sarebbe, che ogni ritardo e cessazione di moto è proporzionale alle forze contrarie (= agli impedimenti) con altre porole: gl' impedimenti *sono l' unica causa della cessazione del moto.* Avendo provato, che il moto causato da r si smorza, cessa, in *qualsiasi quantità* s' applichi l' oltrapeso q (destinato a vincere gli impedimenti): questo senso della II. legge è confutato esperimentalmente.

3. La II. legge si suol applicare finalmente anche in senso *esclusivo*, dicendo, che la *velocità sola* è proporzionale alla forza motrice, *nongià la via!* (La via del moto — qualunque sia la forza motrice — sarebbe ugualmente infinita secondo la Fisica Newtoniana.) In questo senso la II. legge di Newtone è diametralmente opposta alla legge II. del nuovo sistema, e vien confutata nel capo seguente, quando si prova esperimentalmente il contrario.

III. *Confutazione della legge III. di Newtone.* Non c' è bisogno di una diffusa confutazione di questa legge, docu-

---

[1] Nella macchina Atwoodica di 2 m. i termini d' arrivo del sistema Newtoniano distano dalla realtà 5—10—15—20 pollici (= 12—48 cm.) E se aumentiamo l' altezza della macchina con 1—2 metri: la differenza cresce fin a 1—1·5 metro, la quale differenza — credo — è abstanza „sensibile.“

[2] „La mutazione del moto è proporzionale alla forza motrice e ne segue la direzione.“

mentando con un solenne silenzio i Newtoniani stessi l' impossibilità della „prova esperimentale" di questa legge. Del resto la macchina d' Atwood col solo starsene è come una muta, ma eloquente rifutazione delle III. legge. Infatti, in caso di uguaglianza dei due pesi, nessun moto è possibile. L' azione quindi non è uguale alla reazione che nel caso di equilibrio.

Capo II. Le nuove leggi sul moto e la loro dimostrazione esperimentale.

Fra due proposizioni contradittorie una sola può essere vera. Dalla falsità dunque dell' una ne segue *immediatamente* la verità dell' altra. Essendo le leggi nuove del moto opposte contradittoriamente[1] alle antiche, ciascun bravo Logico vedrà nella confutazione delle leggi antichi eo ipso la verità delle nuove leggi.

Ma nella „Crisi" (Capo IV.) si dà la *prova diretta* cosi teoretica, come *esperimentale* delle nuove leggi, di cui qui daremo un estratto.

I. ***Ogni corpo fisico persevera nello stato di quiete, se non viene spinto al moto da una forza esterna. Ma il corpo, spinto dall' impulso di una forza esterna è costretto ad eseguire un certo moto finito, il quale ha sempre la direzzione della forza motrice.***

Si può chiamare *legge d' inerzia* questa I. legge, come fù chiamata la legge I. di Newtone. Si stabilisce in essa la *vera inerzia* dei corpi fisici, i quali rimangono anche nello stato del moto veramente inerti, ossia non aquistano nessuna „capacità di muoversi senza fine", ma soltanto un' impulso violento impressogli dal di fuori Essendo questo impulso finito, l' effetto di esso sarà parimenti *sempre finito* in via e in durazione.

---

[1] Il moto persevera — o non persevera; l' azione e la reazione sono uguali o non uguali in caso di moto.

Dunque il moto è già limitato da per se stesso, o meglio nella sua causa. I varii ostacoli *accelerano* la cessazione del moto, ma il corpo mosso, anche senza di essi, si fermerebbe dopo un *certo* tempo, avendo percorso una *certa via.*

Del concetto vero d'inerzia segue, che il corpo fisico essendo spinto da una forza esterna, non solo può, ma *deve* svolgere un certo moto. C' è dunque una certa *inerzia di moto ristretta.*[1] Il corpo fisico come non ha potere di muoversi da sè, cosi non ha neppure potere di resistere al moto impressogli, essendo perfettamente *indifferente* al moto. Questa limitata inerzia di moto, s' intende, è ben diversa *dall' inerzia infinita* di moto, ossia dal moto senza fine. Essa vuol dire soltanto che il corpo spinto da una forza esterna — se non incontra forze contrarie al moto — deve immancabilmente eseguire il moto corrispondente all' impulso ricevuto. Mentre l' inerzia di moto in senso Newtoniano inaugura nella natura tanti „mobili perpetui" quanti impulsi sono possibili.

Una prova *esperimentale* abbiamo già visto nella confutazione della I. legge Newtoniana, ove si mostrò, che *l' effetto* dell' impulso della forza r *è in ogni caso finito,* qualsiasi peso q venga applicato per vincere gli impedimenti. Nel moto restante, che segue la rimozione del peso r, oltre *l' effetto finito* di r non si osserva altro, che l' effetto di q continuamente agente. Ma essendo la prima legge nostra intimamente coerente colla seconda, come nell' antico sistema, ne seguono ancora *altre prove esperimentali,* le quali mostrano ad occhi, che il moto e sempre *strettamente proporzionale* alla quantità applicata della forza, dunque ***in ogni modo finito.***

II. ***La quantità del moto è direttamente proporzionale alla quantità della forza motrice.***[2]

---

[1] Limitata cioè secondo la misura della forza motrice (attualmente applicata).

[2] „Quantità della forza motrice significa qui la quantità realmente sviluppata della forza motrice per muovere un corpo."

L' azione delle forze (l' impulso) si suol esprimere con ft, il quale significa una forza operante per un dato tempo. Poichè la natura fisica e matematica del prodotto ft, permette una gran variabilità tra il valore *relativo* di f (grandezza della forza motrice) e quello di t (tempo dell' azione della forza): si può esprimere il valore di ft con un valore *assoluto* F, che designa l' intiera quantità della forza applicata.

Bisogna distinguere anche il tempo dell' azione della forza (t) e la durata (T) del moto prodotto.

Come si prova nel capo II. e XIII. della „Crisi" la vera *quantità del moto* non è mv (questo e soltanto l' unita della quantita del moto) ma $ft = mv + mv + mv \ldots mv_T$. In luogo del v secondo la Fisica possiamo mettere sempre la velocità media c. Quindi la legge seconda si puo formolare in doppio modo:

a) $ft = mv + mv + \ldots mv_T = Tmv$. Ovvero essendo $c = \frac{s}{t}$

b) $F = \frac{ms}{t_,} + \frac{ms}{t_,} + \frac{ms}{t_,} \ldots + \frac{ms}{t_T}$ Poiche $t_, = 1$.

Dunque $F = ms + ms + ms \ldots ms_T = mS$.

Quindi la legge seconda si può esprimere anche così: *La quantità della forza applicata è uguale al prodotto della massa e dell' intiero spazio percorso.*

Considerando più profondamente la doppia forma della seconda legge, e confrontandola coll' esperienza si fa chiaro, che in realtà la legge II. *contiene implicitamente quattro*[1] *leggi,* cioè:

a) L' intiera via del moto è direttamente proporzionale al prodotto tra la forza motrice ed il tempo della sua azione, ossia alla quantità intiera della forza applicata.

Prova esperimentale. 1. Secondo la Fisica i diversi corpi nel vacuo cadono colla stessa velocità, pervengono dunque alla stessa altezza nello stesso tempo. Ora: *la diffe-*

[1] Le quali sono espressioni piu *practiche* della stessa II. legge.

renza, che nella celerità del cadere vien causata dalla resistenza del mezzo (la quale varia secondo i volumi dei corpi) nella machina d' Atwood vien *eliminata* colla figura perfettamente uguale di $C = C_1$ ed $r = r$. Quindi i pesi[1] moventi, i diversi r si devono considerare, come arrivanti *energeticamente nello stesso tempo* alla stessa altezza.

Ed ecco: se facciamo cadere $C + C_1$ con

r = 1 gr.	fin all' altezza di 5 pollici, la via *intiera* sarà	15
r = 2 gr.	„ „ „ „ 5 „ „ „ „ „	30
r = 3 gr.	„ „ „ „ 5 „ „ „ „ „	45
r = 4 gr.	„ „ „ „ 5 „ „ „ „ „	60

E si posson fare mille esperimenti veraficheranno sempre perfettamente la legge.

2. Cadendo liberamente r secondo le leggi di Galilei in 2t sviluppa una quantità di forza quattro volte più grande,[2] che in 1t, il che si vede nella via del moto accelerato (le quali stanno come 1 : 4). Ma anche 2r sviluppa una quantità di forza quattro volte più grande, che 1r in un momento: perche muove per la via doppia e colla massa doppia.

Ed ecco: se facciamo cadere $C + C_1$ con

r = 2 gr.	per 1 minuto sec., la via intiera[3] sarà	15
r = 4 gr.	„ 1 „ „ „ „ „ „	60

cosi anche;

r = 2 gr.	per 1 minuto sec., la via intiera è	15
r = 2 gr.	„ 2 „ „ „ „ „ „	60

---

[1] Vuol dire i diversi pesi r cadenti da soli raggiungono sempre la stessa altezza nello stesso tempo. Ora: ai pesi r sono agiunti i pesi $C + C_1$ per muoversi. E naturalmente 2r vince due volte più facilmente questo peso, che non 1 r. Quindi in realtà 2r porterà i pesi $C + C_1$ nello stesso tempo alla doppia distanza che 1r.

[2] La forza motrice del $C + C_1$ nella machina d' Atwood *non è immediatamente* la gravitazione, ma la pressione del *r* cadente con moto uniformemente accelerato.

[3] Nella via intiera si comprende anche la via del r!

b) La velocità del corpo mosso è proporzionale alla quantità della forza motrice attuale.

Dalla quantità intiera della forza applicata, la quale non si potrà calcolare, se non ad azione finita, si deve distinguere la sua quantità attuale, ossia l' unità di quantità della forza corrispondente all' unità di tempo.

Prova esperimentale. Se facciamo cadere $C + C_1$ con

	Via di r	la via intiera	Il tempo del moto intiero
r = 1 gr. per 1 minuto sec.	1·25	3.75	2.5
r = 2 gr. „ 1 „ „	2·5	15	5
r = 3 gr. „ 1 „ „	3·75	33·75	7·5
r = 4 gr. „ 1 „ „	5	60	10

A r = 2 gr. in confronto con 1 gr. corrisponde una via quadrupla durante un tempo doppio; a r = 4 gr. similmente in confronto di r = 2 gr. Quindi raddopiando la forza motrice si acquista una velocità doppia.

c) La durata del moto cresce in proporzione geometrica col tempo dell' azione della forza motrice.

Prova esperimentale. Se facciamo cadere $C + C_1$ con

	la via intiera	il tempo del moto intiero
r = 2 gr. per 1 minuto secondo	15	5
r = 2 gr „ 2 minuti secondi	60	10

d) L' intiera via del moto è geometricamente proporzionale all' attuale quantità della forza motrice e al tempo della sua azione uniforme — anche separatamente.

Prova esperimentale. *a)* È la stessa, come la prova 1. per la legge *a)*

b) Benchè la macchina d' Atwood ci presenta per se *l' azione accelerata* del corpo r, si può ben rappresentare con essa anche *l' azione uniforme* della gravità, la quale però non è uniforme secondo l' unità del tempo, ma è bensì uniforme secondo la distanza! La gravità cioè agisce nella direzione del raggio e per mezzo del mezzo cosmico.

Dunque con ogni porzione uniforme della distanza[1] communica r una quantità uniforme[2] di forza motrice.

Ed in fatti facendo cadere C + C_1 con

	fin all' altezza di	La via intiera sarà
r = 2 gr.	2 poll.	12 p.
r = 2 gr.	4 „	24 „
r = 2 gr.	6 „	36 „
r = 2 gr.	8 „	48 „
r = 2 gr.	10 „	60 „

III. ***Il moto attuale del corpo fisico, soggetto cioè agli impedimenti, risulta dalla differenza dell' azione e della reazione; ossia sta in proporzione aritmetica diretta coll' energia di moto ed in proporzione aritmetica inversa cogli impedimenti.***

Tre sono gl' impedimenti del moto: la gravità, l' attrito e la resistenza del mezzo. Qui non importa con quale proporzione alla velocità crescano gli impedimenti. Questo però è certo, che quella parte di energia, che è richiesta per vincere gli impedimenti, *rispetto al moto* e semplicemente *perduta*, e vuolsi quindi detrarre dall' intiera energia.

Tenendo p. e. in mano un kg., abbiamo la perfetta ugualità fra azione (forza del mano) e la reazione (gravità). Se vogliamo il moto, bisogna superare la gravità con un certo *plus* di forza. Ora: se bisognasse alzare colla stessa forza 2 kg.-i, è certo, che rispetto al moto si perde la doppia energia di quella, che nel primo caso fù necessaria per vincere la gravità.

Chiudo dunque il discorso colla ferma persuasione: che **la riforma della scienza naturale è diventata indispensabilmente necessaria.** I fatti non si piegano davanti ai sistemi, dunque i sistemi devono conformarsi ai fatti.

Esztergom (Ungheria), 15 Marzo 1911.

Gustavo Pécsi.

[1] La macchina prestantissima dunque dell' Atwood ci permette di penetrare un po nel modo (molto quesito) di operare della gravitazione!

[2] L' azione di r secondo questa misura corrisponde dunque all' azione uniforme (anche secondo il tempo!) d' una macchina.